

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-168674

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.Cl.

H03H 9/17

(21)Application number : 11-350585

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 09.12.1999

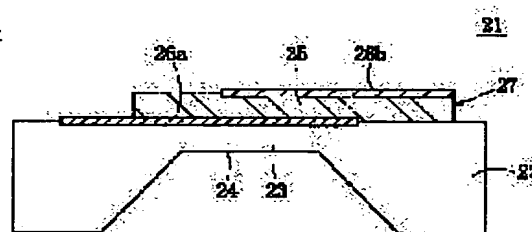
(72)Inventor : KITAMURA HIDEKAZU
INOUE KAZUHIRO
TAKEUCHI MASAKI

(54) PIEZOELECTRIC RESONANCE ELEMENT AND ELECTRONIC APPLIANCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a piezoelectric thin film resonator which is stable in the temperature characteristic of a resonance frequency and is also excellent in anti-resonance characteristic.

SOLUTION: A quartz substrate 22 is etched from the side of a rear surface to form a cavity 24 on the rear surface of the substrate 22 and a thin film supporting part 23 consisting of a part of the substrate 22 is formed on its upper surface. A piezoelectric element part 27 consisting of a piezoelectric thin film 25 consisting of PZT, an exciting electrode 26a on the lower surface of the film 25 and an exciting electrode 26b on the upper surface of the film 25 is formed on the upper surface of the part 23.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-168674

(P2001-168674A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 3 H 9/17

識別記号

F I

H 0 3 H 9/17

テ-マコード* (参考)

F 5 J 1 0 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-350585

(22) 出願日 平成11年12月9日 (1999.12.9)

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 北村 英一

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 井上 和裕

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 100094019

弁理士 中野 雅房

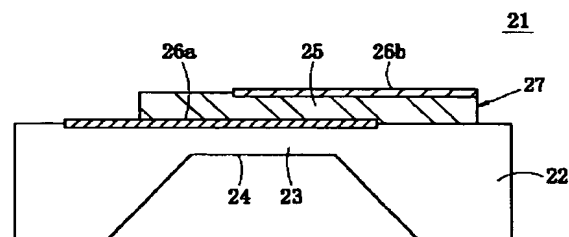
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電共振子及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】 共振周波数の温度特性が安定で、かつ反共振特性も良好な圧電薄膜共振子を提供することにある。

【解決手段】 水晶基板22を裏面側からエッチングすることによって水晶基板22の裏面に空洞24を形成し、その上面に水晶基板22の一部からなる薄膜支持部23を形成する。薄膜支持部23の上面には、P Z Tからなる圧電薄膜25と圧電薄膜25下面の励振用電極26aと圧電薄膜25上面の励振用電極26bとからなる圧電素子部27を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁材料もしくは圧電材料からなる基板の一部を裏面側からエッチングすることによって該基板の表面の一部に薄膜部分を形成し、該薄膜部分の上に1層もしくは複数層の圧電体層と電極とからなる圧電素子部を設けた圧電共振子であって、前記圧電体層のうち少なくとも1層における弾性定数の温度係数の正負符号が、前記薄膜部分における弾性定数の温度係数の正負符号と異なっていることを特徴とする圧電共振子。

【請求項2】 前記基板は、水晶、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 PbTiO_3 、PZTのうちいずれかを主成分とするものであることを特徴とする、請求項1に記載の圧電共振子。

【請求項3】 弾性定数の温度係数が負である圧電体層は、 ZnO 、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{(1-x)}\text{O}_3$ [$0 \leq x \leq 0.52$] のいずれかの圧電材料を主成分として構成されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の圧電共振子。

【請求項4】 弾性定数の温度係数が正である圧電体層は、 AlN 、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{(1-x)}\text{O}_3$ [$0.54 \leq x \leq 1$] を主成分として構成されていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の圧電共振子。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の圧電共振子を用いて構成したことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は圧電共振子及び電子機器に関し、特に、圧電体層の弾性振動を利用した圧電共振子と当該圧電共振子を利用した電子機器に関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電基板の厚み振動を利用した圧電薄膜共振子の共振周波数は、圧電基板の厚さに反比例し、超高周波領域では圧電基板を極めて薄く加工する必要がある。しかし、圧電基板自体の厚さを薄くするのは、その機械的強度や取り扱い上の制限などから、基本モードでは数100MHzが実用上の高周波限界とされてきた。このような問題を解決するため、従来より圧電薄膜共振子が提案されており、フィルタや共振器として提案されている。

【0003】 図1は高周波特性を伸ばせるようにした圧電薄膜共振子1を示す断面図であって、微細加工法を用いてSi基板2を部分的にエッチングすることにより、Si基板2の一部に数 μm 以下の厚さの薄膜支持部3を形成し、その上に一対の励振用電極5a、5bを有するZnO圧電薄膜4を設けたものである。

【0004】 また、図2に示す圧電薄膜共振子6では、Si基板2の表面に熱酸化等によって SiO_2 薄膜7を形成し、Si基板2を部分的にエッチングすることによ

って SiO_2 薄膜7で薄膜支持部3を形成し、その上に励振用電極5a、5bを両面に有するZnO圧電薄膜4を設けている。

【0005】 図1及び図2のような圧電薄膜共振子1、6では、薄膜支持部3は微細加工技術を用いて薄くすることができ、圧電薄膜4もスパッタリング等によって薄く形成することができるので、数100MHz～数1000MHzまで高周波特性を延ばすことができる可能性がある。

【0006】 また、ZnOの弾性定数の温度係数(TCF)は約 $-70\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、Siの弾性定数の温度係数は約 $-30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であって、ZnOとSiでは弾性定数の温度係数がいずれも負の値をもつので、ZnOからなる圧電薄膜4とSiからなる薄膜支持部3との組み合わせを有する図1の圧電薄膜共振子1では、基本モードにおける共振周波数の温度特性が悪くなる恐れがある。これに対し、ZnOの弾性定数の温度係数は約 $-70\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 、 SiO_2 の弾性定数の温度係数は約 $+100\text{ppm}/^\circ\text{C}$ であって、ZnOと SiO_2 では弾性定数の温度係数の符号が異なるので、図2の圧電薄膜共振子では、ZnOからなる圧電薄膜4の膜厚と SiO_2 からなる薄膜支持部3の膜厚との比をある適当な値(概略で、2:1)に設定することにより、基本モードにおける共振周波数の温度係数を小さくし、共振周波数の温度特性を安定にすることができる(特開昭58-121817号公報)。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図1のような構造の圧電薄膜共振子では、半導体であるSi基板を用いているため、励振用電極とSi基板との間の浮遊容量及びSi基板自体を經由して励振用電極間で高周波信号の漏れが発生し、高い反共振特性が得られないという問題があった。

【0008】 また、図2のような構造の圧電薄膜共振子でも、半導体であるシリコン基板を用いているので、励振用電極とシリコン基板との間の浮遊容量、Si基板及びSi基板と励振用電極との間の浮遊容量を經由して励振用電極間で高周波信号の漏れが発生し、高い反共振特性が得られないという問題があった。

【0009】 本発明は上述の技術的問題点を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、共振周波数の温度特性が安定で、かつ反共振特性も良好な圧電薄膜による圧電共振子及び電子機器を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段とその作用】 本発明にかかる圧電共振子は、絶縁材料もしくは圧電材料からなる基板の一部を裏面側からエッチングすることによって該基板の表面の一部に薄膜部分を形成し、該薄膜部分の上に1層もしくは複数層の圧電体層と電極とからなる圧電素

子部を設けた圧電共振子であって、前記圧電体層のうち少なくとも 1 層における弾性定数の温度係数の正負符号が、前記薄膜部分における弾性定数の温度係数の正負符号と異なっていることを特徴としている。

【0011】本発明にかかる圧電共振子にあっては、圧電体層のうち少なくとも 1 層における弾性定数の温度係数の正負符号が、薄膜部分における弾性定数の温度係数の正負符号と異なっているので、圧電共振子全体としての弾性定数の温度係数を小さくすることができる。しかも、基板が絶縁材料もしくは圧電材料からなるので、圧電素子部の電極間で高周波信号が漏れるのを防止でき、強い反共振特性を得ることができる。

【0012】さらに、基板の薄膜部は裏面側から基板をエッチングすることによって形成されているので、薄膜部を基板に接合させたりする方法に比較して容易に薄膜部を形成することができ、コストダウンを図ることができる。

【0013】例えば、基板の材料としては、水晶、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 PbTiO_3 、PZT のうちいずれかを主成分とするものを用いることができる。

【0014】また、弾性定数の温度係数が負である圧電体層としては、 ZnO 、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{(1-x)}\text{O}_3$ [$0 \leq x \leq 0.52$] のいずれかの圧電材料を主成分とするものを用いることができ、主としてこれらの圧電体層を用いる場合には、弾性定数の温度係数が正の基板を用いればよい。

【0015】また、弾性定数の温度係数が正である圧電体層としては、 AlN 、 $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{(1-x)}\text{O}_3$

[$0.54 \leq x \leq 1$] を主成分とするものを用いることができ、主としてこれらの圧電体層を用いる場合には、弾性定数の温度係数が負の基板を用いればよい。

【0016】また、本発明の圧電共振子を用いて電子機器を構成することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】（第 1 の実施形態）図 3 は本発明の第 1 の実施形態による圧電薄膜共振子 21 の構造を示す断面図である。この圧電薄膜共振子 21 にあっては、水晶基板 22 を裏面側からエッチングすることによって水晶基板 22 の裏面に空洞 24 を形成し、その上面に水晶基板 22 の一部からなる薄膜支持部 23 を形成している。薄膜支持部 23 の上面には、PZT からなる圧電薄膜 25 と圧電薄膜 25 下面の励振用電極 26 a と圧電薄膜 25 上面の励振用電極 26 b とからなる圧電素子部 27 が形成されている。

【0018】図 4 (a) ~ (d) 及び図 5 (e) ~

(h) は上記圧電薄膜共振子 21 の製造工程の概略を示す図である。まず、水晶基板 22 を用意し、水晶基板 22 の上にフォトリソグレイを塗布し、フォトリソグレイによりフォトリソグレイをパターンニングして図 4 (a) のように下層の励振用電極パターン 29 を

あける。ついで、図 4 (b) に示すように、フォトリソグレイ 28 の上から電極用金属 30 を蒸着やスパッタ等によって堆積させた後、フォトリソグレイ 28 を剥離させることにより、図 4 (c) に示すように、リフトオフ法で下層の励振用電極 26 a を形成する。

【0019】この後、図 4 (d) に示すように水晶基板 22 の上にメタルマスク 31 を用いてスパッタにより PZT パターンを水晶基板 22 の上に堆積させ、図 5 (e) に示すように圧電薄膜 25 を形成する。

【0020】つづけて、圧電薄膜 25 の上から水晶基板 22 の表面にフォトリソグレイ 32 を塗布し、フォトリソグレイによりフォトリソグレイ 32 をパターンニングして上層の励振用電極パターン 33 の開口 33 をあける。ついで、図 5 (f) に示すように、フォトリソグレイ 32 の上から電極用金属 34 を蒸着やスパッタ等によって堆積させた後、フォトリソグレイ 32 を剥離させることにより、図 5 (g) に示すように、リフトオフ法で上層の励振用電極 26 b を形成する。

【0021】この後、マスクを用いてウェットエッチングあるいはリアクティブ・イオンエッチング (RIE) により水晶基板 22 を裏面側から部分的にエッチングすることにより、図 5 (h) に示すように水晶基板 22 の裏面に凹部 24 を形成し、その表面側に圧電薄膜 25 を形成する。

【0022】このような構造の圧電薄膜共振子 21 にあっては、圧電薄膜 25 である PZT の弾性定数の温度係数が負であるのに対し、薄膜支持部 23 である水晶の弾性定数の温度係数は正であるので、圧電薄膜 25 の膜厚と薄膜支持部 23 の膜厚を適当に設定すれば、圧電薄膜共振子 21 の温度係数をほぼゼロにすることができる。

【0023】また、上記のように下面側からエッチングすることによって薄膜支持部 23 を形成しているの、孔をあけた基板の上に同じ材質の薄板を接合させ、研磨する方法などに比較すると、容易に薄膜支持部を得ることができる。

【0024】さらに、基板 22 が圧電体（絶縁体）である水晶によって形成されており、水晶の比抵抗は約 $10^{16} \Omega \cdot \text{cm}$ とシリコンの比抵抗が約 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ であるのに対して非常に値が大きいため、両励振用電極 26 a、26 b 間を電氣的に確実に絶縁することができ、両励振用電極 26 a、26 b 間における高周波信号の漏れを防止でき、圧電薄膜共振子 21 の反共振特性を良好にでき、反共振点における特性曲線を鋭くできる。

【0025】なお、ここでは水晶基板に対して圧電薄膜として PZT を用いたが、PZT に代えて LiNbO_3 、 LiTaO_3 、 PbTiO_3 等の圧電体を用いてもよい。

【0026】（第 2 の実施形態）図 6 は本発明の第 2 の実施形態による圧電薄膜共振子 41 の構造を示す断面図である。この圧電薄膜共振子 41 にあっては、 LiNbO_3

O₃からなる基板42を裏面側からエッチングすることによって基板42の裏面に空洞44を形成し、その上面に基板42の一部からなる薄膜支持部43を形成している。薄膜支持部43の上面には、AlNからなる圧電薄膜45と圧電薄膜45下面の励振用電極46aと圧電薄膜45上面の励振用電極46bとからなる圧電素子部47が形成されている。

【0027】このような構造の圧電薄膜共振子41にあっても下面側から基板42をエッチングすることによって薄膜支持部43を形成しているため、薄膜支持部43を容易に得ることができる。

【0028】また、圧電薄膜45であるAlNの弾性定数の温度係数が正であるのに対し、薄膜支持部43であるLiNbO₃の弾性定数の温度係数は負であるので、圧電薄膜45の膜厚と薄膜支持部43の膜厚を適当に設定すれば、圧電薄膜共振子41の温度係数をほぼゼロにすることができる。

【0029】さらに、基板が圧電体（絶縁体）であるLiNbO₃によって形成されているので、両励振用電極46a、46b間を電氣的に確実に絶縁することができ、両励振用電極46a、46b間における高周波信号の漏れを防止でき、圧電薄膜共振子41の反共振特性を良好にでき、反共振点における特性曲線を鋭くできる。

【0030】なお、ここでは基板としてLiNbO₃を用いたが、代わりにLiTaO₃、PbTiO₃等の圧電体を用いてもよい。また、比抵抗が約10¹⁰Ω・cm以上の絶縁体を基板として用いてもよい。

【0031】（第3の実施形態）図7は本発明の第3の実施形態による圧電薄膜共振子51の構造を示す断面図である。この圧電薄膜共振子51にあつては、水晶基板52を裏面側からエッチングすることによって水晶基板52の裏面に空洞54を形成し、その上面に基板52の一部からなる薄膜支持部53を形成している。薄膜支持部53の上面には、ZnOからなる複数層の圧電薄膜55と励振用電極56a、56bとが交互に積層され、各励振用電極56aどうしを接続し、各励振用電極56bどうしも接続して圧電素子部57が形成されている。

【0032】このような構造の圧電薄膜共振子51にあっても第1及び第2の実施形態と同様な作用効果を奏するが、さらに、圧電薄膜55が複数層に形成されているので、共振レスポンスをさらに高くすることができる。

【0033】なお、この実施形態でも基板材料や圧電薄膜材料は、上記実施形態で用いた材料の組み合わせを用いることもできる。

【0034】（第4の実施形態）図8は本発明の第4の実施形態による圧電薄膜共振子61の構造を示す断面図

である。この圧電薄膜共振子61にあつては、水晶基板62を裏面側からエッチングすることによって水晶基板62の裏面に空洞64を形成し、その上面に基板62の一部からなる薄膜支持部63を形成している。薄膜支持部63の上面には、下層の励振用電極67a、ZnOからなる圧電薄膜65、AlNからなる圧電薄膜励振用電極66、上層の励振用電極67bとが積層されて圧電素子部68が形成されている。

【0035】このような構造の圧電薄膜共振子61にあっても第1及び第2の実施形態と同様な作用効果を奏する。また、この実施形態は、複数材質の圧電薄膜65、66を積層した点を特徴としており、ZnOの弾性定数の温度係数は負、AlNの弾性定数の温度係数は正、水晶の弾性定数の温度係数が正であるので、圧電薄膜共振子61の共振周波数の温度係数をゼロにするためのパラメータが増加して設計が容易になる。

【0036】なお、この実施形態でも上記圧電薄膜材料と異なる材料で各圧電薄膜を形成してもよく、上記基板材料と異なる材料の基板を用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図2】弾性定数の温度特性を改善した従来の別な圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図3】本発明の第1の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図4】（a）～（d）は同上の圧電薄膜共振子の製造工程を説明する概略図である。

【図5】（e）～（h）は、図4（a）～（d）の続図である。

【図6】本発明の第2の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図7】本発明の第3の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【図8】本発明の第4の実施形態による圧電薄膜共振子の構造を示す断面図である。

【符号の説明】

21、41 圧電薄膜共振子

22 水晶基板

42 LiNbO₃基板

23、43 薄膜支持部

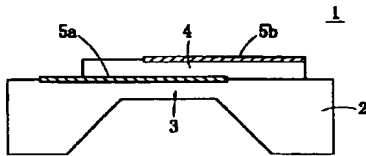
25 PZT圧電薄膜

45 AlN圧電薄膜

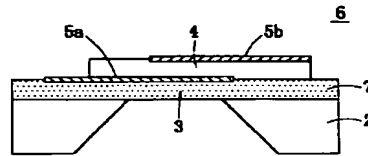
26a、26b、46a、46b 励振用電極

27、47 圧電素子部

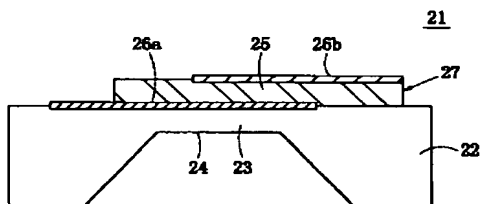
【図1】



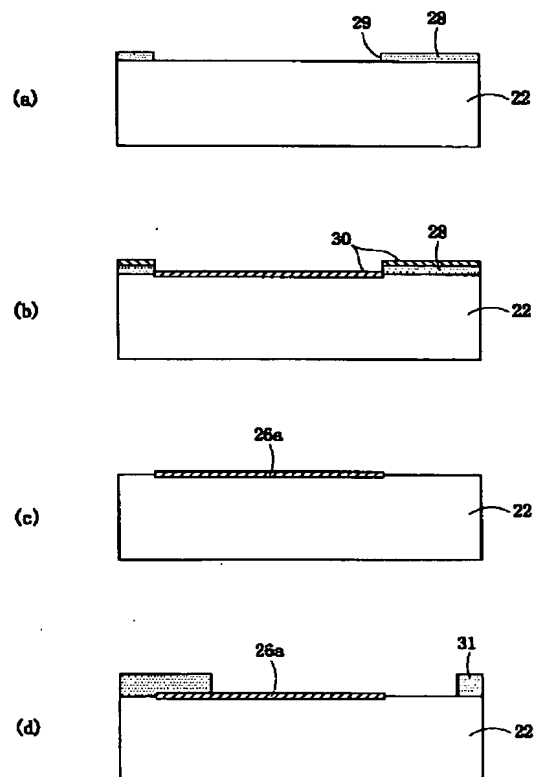
【図2】



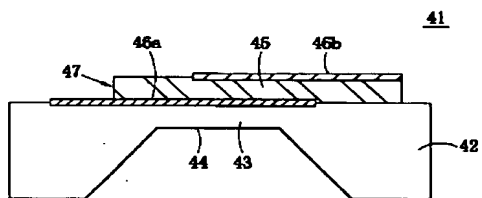
【図3】



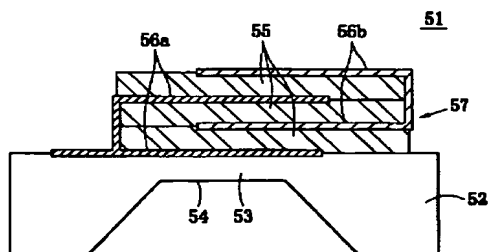
【図4】



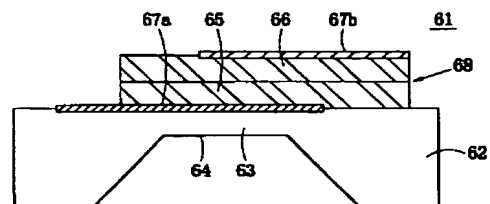
【図6】



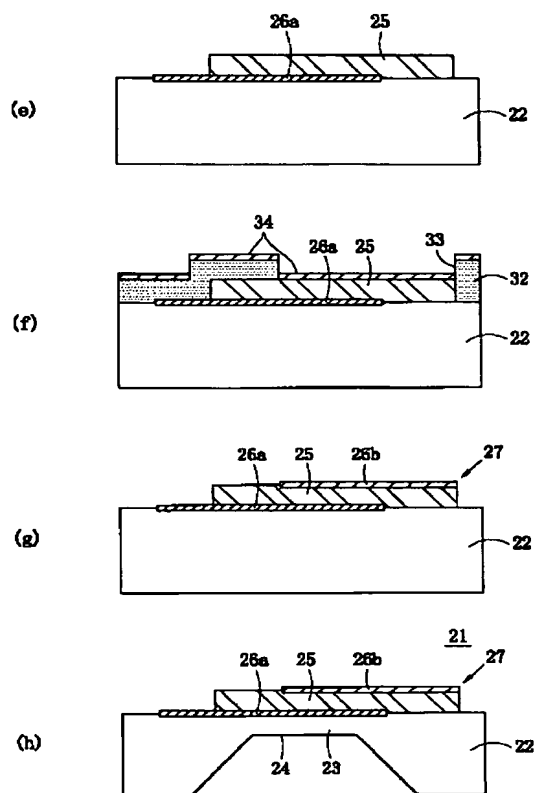
【図7】



【図8】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 雅樹

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

Fターム(参考) 5J108 AA04 BB04 BB07 CC04 CC11

EE03